

Válasz Prof. Dr. Husvéth Ferenc, az MTA Doktora opponensi véleményére

Mindenek előtt szeretném őszintén megköszönni, hogy Professzor Úr elvállalta disszertációm bírálatát, melyet igen gyorsan és szakmailag maximális alapossággal tett meg. Hálásan köszönöm ezen munkát, segítséget!

Részletes válaszok a dolgozat formáját érintő kérdésekre:

Szerzőként igen nehezen tudtam olyan alap gondolatot vagy vezérfonalat találni, mely a lipid irányultságú, de valóban rendkívül szerteágazó vizsgálatokat ténylegesen koherens egésszé tette volna. A négy kutatási kört azonban minden esetben jól elkülönülően igyekeztem kezelni, de megpróbáltam egyfajta, „általam alkotott logikai rendszerben” bemutatni az eredményeket. Sajnálom, hogy Tisztelt Opponensem szerint túl hosszú a dolgozat (157 oldal), a szerző abba a hibába esett, hogy minden eredményét azonos értékűnek találta. A zsírsavakkal foglalkozó tevékenységem során sajnálatos módon szinte minden közlési forma esetében problémát okoz számomra a terjedelmes zsírsavprofil táblázatok bemutatása – ezt Tisztelt Opponensem jelen esetben is negatívumként említi. Sajnos a 2000 óta tartó publikációs tevékenységem során eddig nem találtam megfelelő megoldást ezen adattípus (20-22 zsírsav és a számított mutatók) megfelelően tömör közlésére – valószínűnek tartom, hogy ezen a területen ez általános hiba, melyet magam is elkövettem. Külön örömet jelentett Tisztelt Opponensem azon megállapítása, hogy a szakkifejezések használata megfelelő a dolgozatban, viszont az említett „összér kifejezések” elhagyására a továbbiakban törekedni fogok.

Részletes válaszok a dolgozat tartalmát érintő kérdésekre:

A célkitűzések négyes tagolása a már fentiekben említett tematikus csoportosítás szerint történt, mely végigkíséri a dolgozatot. Örömmel tölt el, hogy Tisztelt Opponensem ezt a szakaszt jól értelmezhetőnek és követhetőnek ítélte meg. Valójában igen nehéz volt a bemutatott, erősen heterogén vizsgálatcsoportot logikai rendszerbe illeszteni.

A részletes irodalmi áttekintéssel szerzőként két út állt előttem: a rendkívül szerteágazó (emlősmadár-hal; monogasztrikus, kérődző, cökotróf, koprofág) kutatási terület részletes áttekintése vagy egy átfogó fejezet írása. Sajnálom, hogy Tisztelt Opponensem ezt a fejezetet nagyon általánosnak ítéli meg, bár elfogadom azon kritikát, hogy nem feltétlen az 1600-as évektől kellett volna információt bemutatni. Mindezzel viszont az volt a célom, hogy ha nem kellően specifikus is az irodalmi áttekintés, legyen annyira alapos (és lehetőleg haladja meg egy egyetemi jegyzet tudományos színvonalát és aktualitását), hogy kitér, ha nem is tételeken vagy számozott fejezetek formájában, minden olyan területre, mely a disszertációban bemutatott kutatási területet tekintve releváns. El kell ismernem, hogy valóban hiányos a madár és hal emésztéselettani – lipidanyagcserére vonatkozó ismeretanyag bemutatása, melyet Tisztelt Opponensem hiányosságnak tekint. Újabb hibaként merül fel, hogy a hazai szerzőkre történő hivatkozások hiányoznak a műből. Ennek oka nem az, hogy a hazai eredmények nem kellően megalapozottak vagy értékesek, hanem egyértelműen az, hogy szerzőként csak a legszorosabban releváns források idézésére törekedtem. A 293 citáció még így is szűkített változat. Válaszként tehát szeretném kiemelni, hogy törekedtem a terjedelem csökkentésére, még ha nem is sikerült azt a megfelelő mértékig kivitelezni.

Részletes válaszok az irodalmi áttekintésre vonatkozó szakmai jellegű észrevételekre és kérdésekre:

A közepes szénláncosságú zsírsavak (C8-10) előfordulása, ahogy azt Tisztelt Opponensem is említi, valóban igen gyakori a (tehén)tejben és a kérődzők szöveteiben. A bemutatás azért a nyúlpatkány páron történt, mert a dolgozatban a kérődzők és a humán táplálkozásélettani szempontok

másodlagosak voltak. Sugár Professzor Úr említett, vonatkozó kutatásait ismerem ugyan, de azok a termális adaptáció részletes elemzése során születtek, ennek elemzése tovább növelte volna az amúgy is túlzottan hosszú mű terjedelmét.

A 4.2.3. fejezet valójában kizárólag a deszturációval foglalkozik, és Tisztelt Opponensem hiányolja a telítődés (saturatio) említését is. E valós hiányosság oka az volt, hogy a dolgozat dominánsan a monogasztrikusok zsírsav metabolizmusát elemzi, e fajokban pedig gyomorban, savas közegben a folyamat kis jelentőségű. Kérődzőkben a saturatio jelentősége vitathatatlan, de ilyen fajok a dolgozatban csak a 6.1.3. (szarvasmarha és jávorszarvas) fejezetben szerepeltek, ott is egy hét fajra épülő összevetés részeként. Ezen hiányosság nem a folyamat elhanyagolhatóságára, hanem a terjedelmi korlátokra vezethető vissza. Abban természetesen egyetértek Tisztelt Opponensemvel, hogy szigorúan véve a saturatio nem endogén folyamat, hanem a elsődlegesen a bendő mikrobiótához kötődik.

A 15. oldalon előforduló, a zsírok felszívódásához kötődő pinocitózisra vonatkozó rész megfogalmazása sajnos pontatlan. A tényleges folyamat, ahogy Tisztelt Opponensem erre felhívja a figyelmet, részben pinocitózis, melynek mértéke valóban a lipid cseppek méretétől ($1\ \mu\text{m}$) függ. *Mead és mtsai (1986)* szerint, egyetértve Tisztelt Opponensemvel, a bélephithelsejbe nem pinocitózissal jutó lipidek nem a trigliceridek, hanem azok részlegesen hidrolizált termékei, mely a fejezet további részében részletesen szerepel.

A 19. oldalon megadott elmélet, mely szerint a teljes triglicerid hidrolízis együtt jár a nem észterkötésben előforduló zsírsavak (NEFA) kis arányú ismételt felvételével (re-uptake) monogasztrikusokon, egészen pontosan kutyákon történő megfigyelés eredménye. Ez a folyamat irodalmi adatok szerint azonban (*Wolfe és mtsai, 1990*) kis mértékű, és valóban a NEFA vérben történő megjelenése, koncentráció-emelkedése vált az energiadeficit meghatározásakor elterjedt módszerre. A PhD disszertációmban magam is mértem NEFA koncentrációt energiadeficit alatt, nyulakban. A fenti állítás tehát inkább elméleti jelentőségű, és a döntő, és egyben igen jól mérhető folyamat a vérből a NEFA koncentráció meghatározása, az adiposa szövetből történő mobilizáció során. Szabad legyen annyi kiegészítést tennem, hogy saját tapasztalatom erre irányulóan nagy intenzitású, aerob igénybevételre vonatkozik, kifejezetten rövid távon; ez igaz a fent hivatkozott műre is. A félreérthető vagy hibásan súlyozott megállapítás olyan állatokra igaz, melyek zsírmobilizációja sokkal enyhébb, mint egy intenzíven tejelő tehén esetében. Előbbi állatokban sok esetben nem is a nagyobb zsírdepók TG tartalmának, hanem az intermuszkuláris lipideknek a hidrolízise az elsődleges folyamat.

A 4.4.1. fejezethez (22. oldal) kapcsolódóan Tisztelt Opponensem kérdezi, hogy az abdominális zsírdepóhoz viszonyítva a vese körüli vagy a bőr alatti zsír miért periferiális? Valóban, ez a megállapítás csak a bőr alatti depóra igaz. A fejezet a zsírsav release depókhoz kötött szelektivitásáról szól. Bár ezt számos, a fejezetben is idézett kutatók a különböző helyekről származó adiposasejtek méretének, inzulin-érzékenységének, és lipoprotein lipáz (LPL) reakcióban kimutatható aktivitás különbségnek tulajdonítják, valóban, számos egyéb faktor is alakíthatja a lokális eltéréseket. Ilyen például a *de novo* zsírsav szintézis intenzitásában fennálló különbség az egyes depók között (*Caserta és mtsai, 2001*). Végül soron azonban igazat kell adnom Tisztelt Opponensemnek, az LPL aktivitását a környezeti tényezők (terhelés, energiamérleg) is nagyban befolyásolják, melyről a dolgozatban nem tettem említést.

A 22.-23. oldalon a zsírsavszelektív mobilizációt tárgyalom a dolgozatban, azonban kifejezetten *Raclot és mtsai (1997)* munkájára hagyatkozva, adiposasejteken, in vitro, a hormonszenzitív lipáz indukált hidrolízist elemezve. Tisztelt Opponensem említi, hogy ezen eredményekhez csak részben hasonló az intenzíven termelő tejelő tehén ellés körüli energiahiányos állapotok során kialakuló mobilizációs és oxidációs sorrend. Irodalmi adatok szerint „mobilizáció sorrendje általánosan úgy határozható meg, hogy adott szénláncossággal mellett a több telítetlen kötést tartalmazó zsírsavak mobilizálódnak nagyobb mértékben, míg azonos telítetlenség mellett a rövidebb láncosságuak” (*Raclot és mtsai, 1997*). Ez

egyébként szorosan egyezik Tisztelt Opponensem saját eredményeivel, melyek szerint az adiposa felől domináns az olajsav, majd a palmitát mobilizációja. Ezúton kérek elnézést e kifejezetten releváns irodalom citációjának elhagyása miatt.

Anyag és módszer

Örömmel fogadtam Tisztelt Opponensem azon véleményét, hogy a meglehetősen összetett csoportosítás ellenére összességében követhetőnek és világosnak ítélte meg a fejezetet. Tisztelt Opponensem hiányolja az 5.1.3.1. és 5.1.4. fejezetekben az állatkísérleti engedély számát. Az első fejezet „A fajspecifikus tulajdonságok elemzése trigliceridek molekulaszervezeti vizsgálatára alapozva” címen valójában vágóhídi és vadászati mintagyűjtéseket jelentett; előbbi esetben maga a vágóhíd rendelkezett engedéllyel, a gímszarvas, vaddisznó és borz esetében a bőszenfai szarvasfarm vadászati engedélye alapján történtek a kilövések és csak azt követően a mintavétel. Az 5.1.4. fejezet („A takarmányeredetű zsírsavak szöveti lipidekbe és lipidfrakciókba történő beépülésének (inkorporáció) vizsgálata, halakban”) harcsára és tilápiára vonatkozik; az engedély száma MÁB 38/2008 (Ikt. Sz. 23.1./00785/0002/2009), melynek feltüntetése sajnos elmaradt a dolgozatban. Tisztelt Opponensem zavaró tényezőként említi, hogy a disszertációban az egyes kísérletek eltérő mintagyűjtései (pl. vér vagy izom) külön decimális pontszámozás alatt szerepelnek. Ezt az indokolja, hogy az eredeti négyfejezetű tagolás logikája csak így volt követhető. Tekintettel erre, elütés az oka annak az észrevételnek, mely szerint a 5.1.1.3. és az 5.1.1.2. fejezetekben vizsgált madarak (brojlercsirke és brojlerpulyka) azonos tartási körülmények között nevelkedtek. (Egyébiránt azonos istállóban történt a tartásuk, de eltérő időszakban.)

A kísérleti elemszám megadása során következetesen megadtam az állatok létszámát (n), melyet Tisztelt Opponensem inkább az ismétlések számára tart alkalmasnak. Tisztelettel kérem Opponensem ezt a jelhasználat elfogadására, hiszen a vonatkozó fejezetekben az „n” nemcsak a teljes elemszámot fedi, hanem minden esetben megadtam a csoportok és az ismétlések, valamint az egyes csoportokba eső egyedek (esetenként lipidfrakciók) számát is, azaz az „n” részletes hátterét is.

Tisztelt Opponensem megemlíti, hogy a mellékletben megadott táblázatok fejléce nem minden esetben tartalmazza a zsírsavösszetételi adatok mértékegységét. Elismerem ezen hiányosságot, de az Anyag és módszer fejezet vonatkozó részeiben minden esetben egzakt módon megadtam a mértékegységet, melyet Tisztelt Opponensem is jóváhagyott.

Tisztelt Opponensem elismerően nyilatkozik a mintavétel és a minta-előkészítés kivitelezéséről és módszertanáról. Az ehhez kapcsolódó kérdésére, mely az 5. mellékletben bemutatott takarmány-zsírsavprofil elemzésre, egészen pontosan a sertés genotípusok takarmány zsírtartalmának extrakciójára vonatkozik a *Folch és mtsai (1957)* féle módszer a válasz. Tudva azt, hogy a növényi sejtfalet a kloroform/metanol elegy nem megfelelően tárja fel, a módszert mégis azért választottuk, mert nem takarmányból, hanem sávos (gyomorsavval) részben feltárt mintával dolgoztunk. A szabványos módszer (152/2009/EK III/H, B módszer) ennél erősebb, de szintén sósavas-hevítéses előkészítést ír elő.

Tisztelt Opponensem kifogásolja, hogy az Anyag és módszer fejezetben nem említettem a vér-biológiai paraméterek analitikai módszereit. A disszertációban bemutatott eredmények klinikai kémiai elemzését nem manuálisan, nem fotometriásan végeztük, hanem külső partnerekkel együttműködve. A „5.2.1. Vérminták” fejezetben pontosan megadtam az automata analizátorok típusát, melyeket az adott fajokra beállítva gyári reagenscsomagokkal üzemeltettek. A mérések ilyen módon egy analitikai sorozatban készültek el, mely minimalizálja a hibát. A Ca esetében el kell ismernem, hogy nem említettem külön az ionizált és az összes Ca formákat. Ennek oka az, hogy minden esetben összes Ca mérés történt, mely kiegészítést pótlólag tehetek csak meg.

Eredmények és értékelésük

Az összesen 88 oldalnyi terjedelem során ténylegesen igen tömören, csak a legfontosabb eredmények kiemelésére törekedtem. Tisztelt Opponensem hiányolja a „6.1.1.1. Tojótúrk mesterséges vedlése, a koplalás vérparaméterekkel történő nyomonkövetése” fejezetből a NEFA és a glükóz meghatározásokat, véleményem szerint is joggal. Meg kell azonban említenem, hogy kísérletechnikai szempontból nem volt könnyű a koplaló és vedlő túrkoktól három naponta vért venni, a glükóz méréshez pedig további mintatartóra lett volna igény. A fejezet tehát bizonyos hiányosságokkal terhelt, de a 11. fejezet/6.1.1.1. pont alatt hivatkozott publikációban a madarak nem-invazív testösszetételi elemzését is leírtuk (komputer tomográfiára alapozva), melyet elhagytam a disszertációból. Az elemzés sajnos tagadhatatlanul kissé hiányos, de válaszként szeretném kiemelni, hogy a tojótúrkok zsírdepói a kezelés alatt ca. 70% veszteséget mutattak, melyet megközelítőleg 21% fehérje katabolizmus is kísért. A vizsgálat tehát meglehetősen komplex volt, sajnálatos módon azonban helyenként hiányos is maradt.

Tisztelt Opponensem felhívja a figyelmet arra, hogy a pulka és a brojler kísérletekben (6.1.1.2. és 6.1.1.3. fejezetek) nem egyértelmű az intenzív fejlődési szakasz megadása (gyakorlatilag az ontogenezis első szakasza) energetikai szempontból. Valóban, nem adtam egyértelmű meghatározást arra vonatkozóan, hogy ez a szakasz kifejezetten anabolikus, ennek következtében az energiamérleg határozottan pozitív. Célzottan az energiamérleg megállapítására vonatkozó vizsgálati rész egyik vizsgálatban sem szerepelt, bár nem is ez volt a pontos célkitűzés. Örömmel vettem tudomásul, hogy az egyébként folyamatos szelekciós nyomás alatt álló genotípusok eddig nem vizsgált tulajdonságait, nevezetesen az izom hipertrófiával együtt járó sejtmembrán károsodást (és azzal járó intracelluláris enzimek vérbeli aktivitás-emelkedését) Tisztelt Opponensem érdekes eredményként fogadta el.

A 6.1.2.1. fejezet a tojótúrkok drasztikus koplaltatásáról szól, illetve ezen nyilvánvalóan negatív energiamérleg máj- és szív lipidfrakciókra gyakorolt hatásairól. Tisztelt Opponensem a zsírsavösszetételi változások elfogadása mellett hiányolja a triglicerid (TG), a foszfolipid (PL) és az összlipid adatok mennyiségének (koncentrációjának) megadását. A teljes lipidtartalomra vonatkozóan kvantitatív meghatározást tényleg nem végeztem (csakúgy, mint a glikogéntartalmat sem métem meg), mely sajnálatos hiányosság, azonban a szervek tömegét megadtam. A TG és PL frakciók mennyiségét meghatároztam ugyan, de nem a szabvány módszerrel, hanem a zsírsav vizsgálat előkészítésére alkalmazott Folch extrakció és az azt követő frakcionálás során, ezért a változásokat csak százalékos formában adtam meg. Ezen adatok a máj esetében mindkét vizsgált frakció esetében csökkenést (-22%), a szív trigliceridek esetében pedig növekedést (+12%) mutattak. Maximálisan elfogadom tehát Tisztelt Opponensem azon véleményét, mely szerint a madárban – összevetve a kérődzőkkel vagy monogasztrikus emlősökkel – a máj zsír-anyagcserében betöltött szerepe jelentősebb. Nagy valószínűséggel a zsírsavak arányváltozása is ezt, valamint a drasztikus zsírtartalom csökkenést támasztja alá, különösen a palmitát aránycsökkenése és a PUFA ellentétes irányú változása.

Tisztelt Opponensem kritikai, analitikai jellegű észrevételére, mely szerint a Folch extrakciót követő GC-FID technika nem megfelelően pontos a 0,2-0,3% körüli zsírsav metilészter részarány alatt azt a választ adom, hogy vitán felül igaz a fenti megállapítás (a 6-9. táblázatok érintettek). Fontos megjegyezni, hogy két irányelvet követtem az adatmegadás és értékelés során: szinte minden meghatározott zsírsavat feltüntettem, de azokat, ahol a részarány 0,1% alatti megfelelő óvatossággal tárgyaltam, illetve a statisztikai elemzés során is alapos szemrevételezés során igyekeztem az átlagtól távol eső, outlier adatokat kizárni. Az említett mirisztinsav, pentadekánsav és transz-linolsav csoportban a két utóbbi egyébiránt a 6.1.2.1. fejezetben kis jelentőségű komponensnek számít. Azzal természetesen nem vitatkozom, hogy a lángionizációs detekció érzékenységét a tömegspektrometria meghaladja.

A 6.1.2.2. fejezettel kapcsolatban Tisztelt Opponensem kifogásolja az „ontogenezis” szó használatát. Valóban, a vizsgálat a pulkák esetében tényleg nem in ovo, embrionális kortól indult; a szóhasználat oka az volt, hogy a 7 és 8 faj bevonásával végzett komparatív elemzéseket (6.1.2.3 és 6.1.2.4.) filo-

hiányzik, viszont hagyományos húsminőségi vizsgálatokat végeztünk, igazolva azt, hogy a többszörösen telítetlen zsírsavak nem kizárólag pozitív hatást gyakorolnak a filé összetételére (A 6.1.4.1.a fejezetben, a 33. táblázatban ugyanis egyértelműen közöltük, hogy a filé „víztartó képessége” egyértelműen romlott a növényi olajok etetését követően, a halolajhoz viszonyítva). Valóban nagyon érdekes eredmény az, hogy a halolaj részleges helyettesítése növényi olajokkal (az adott esetben szójaolaj) Afrikai harcsa esetében nem, míg a Nílusi tilápia esetében növekedési depressziót okozott. Ennek magyarázata az lehet, hogy utóbbi halfaj, ellentétben a harcsával nem hajlamos jelentősebb zsírdepozícióra. Tekintettel arra, hogy a növekedést egyszerű testsúly mérésekkel követtük, nem esett szó a dolgozatban arról, hogy az Afrikai harcsa abdominális zsírdepói kifejezetten fejlettek voltak. A tilápia faj kedveltségét éppen azon karaktere okozza, hogy a gyors növekedés mellett nem hajlamos jelentős elzsírosodásra. A választ arra, hogy a lenolaj esetében a fokozott zsírdepozíció Afrikai harcsánál miért maradt el, sajnos nem tudom. A takarmányok zsírsavösszetételének értelmezésekor Tisztelt Opponensem kérdezi, hogyan lehetséges a többszörösen telítetlen zsírsavak (C20:5 n3, C22:5 n3, C22:6 n3) részarány-emelkedése növényi olajok alaptakarmányba történő bekeverését követően, mely olajok ezen savakat nem tartalmazzák (6. és 7. mellékletek táblázatai). A kérdésre a válasz az, hogy sajnos a metilészterek tömegszázalékában megadott eredmények sajátossága, hogy a telített zsírsavak aránycsökkenése (C16:0, C18:0) még akkor is emeli a polién zsírsavak részarányát a 100%-on belül, ha utóbbiak nem kerültek a takarmányba a növényi olajokkal. Ennek kiküszöbölésére a kvantitatív zsírsavprofil elemzést javasolnám, mely mg zsírsav/100 g szövet mértékegységben adta volna meg az értékeket, a fenti torzítás nélkül. Abban azonban sajnálatos mulasztást követtem el, hogy maguknak a bekevert nyers növényi olajoknak közvetlenül nem határoztam meg a zsírsavprofilját (csak a kész, teljes takarmánynak), amit Tisztelt Opponensem joggal hiányol.

Tisztelt Opponensem kérdésére, hogy a növényi olajokban előforduló C18-as prekursor zsírsavval elongációja és (poli)deszaturációja milyen hatékonysággal történik a halakban, számszerű választ nem adhatok. Az alfa-linolénsav \rightarrow dokozhexaénsav, és a linolsav \rightarrow arachidonsav átalakulás hét (beleszámítva az ún. Sprecher-shunt folyamatát is), illetve három enzimatis lépésen keresztül valósul meg az eukariótákban (*Sprecher, 2000*). A halakra vonatkozóan ezen metabolikus folyamatok hatékonysága igen eltérő attól függően, hogy ragadozó vagy növényevő fajról van-e szó (*Agaba és mtsai, 2005*). Az idézett szerzők adatai szerint az omega 3 és omega 6 esetekben az első elongáció (élesztősejtben exprimált elongáz enzimmel) (C18 \rightarrow C20) harcsában 87,5 és 78,3% hatásfokú, tilápiában ugyanez 82,6 és 71,2%, rendre. A következő elongáció (C20 \rightarrow C22) 48,1 és 40,8, valamint 81,6 és 61,8% hatásfokú, rendre, ami már jelentős eltérés a növényevő faj javára. Feltétlen említendő, hogy a növényevő halak táplálékforrása a C18-as lánchosszúságú zsírsavakban gazdag növényi alkotókra épül, míg a ragadozó fajok a halhús elfogyasztásával a hosszúláncú PUFA savakat kvázi „készben” veszik fel, azaz az endogén előállítás hatékonysága kisebb ezen csoportban. Sajnos számszerű adatokat a deszaturáció vagy a polideszaturáció esetében halfajonként nem találtam az irodalomban.

Új tudományos eredmények (8. fejezet)

Tisztelt Opponensem a négy decimális pontban megfogalmazott nyolc új tudományos eredmény közül a 8.1. tételt nem támogatja. Válaszom erre az, hogy igaz az, hogy meglehetősen általános a megfogalmazás, valamint az is, hogy a mesterséges vedletést az elvégzett vizsgálat óta Európában betiltották, így végső soron eltekintek ezen eredmény újként való feltüntetésétől a vedletésről szóló részben. Egyben köszönöm az intenzív növekedés klinikai kémiai vonatkozásaival kapcsolatosan megfogalmazott eredmény pontosítását. Örömmel tölt el a 8.2., 8.3. és 8.4. pontok alatt megfogalmazott összesen hat új eredmény szinte maradéktalan elfogadása, és természetesen elfogadom a 8.3. fejezethez javasolt kiegészítést, mely a módszer alkalmazhatóságának korlátaira vonatkozik. Erre a 6.1.3.2. fejezetben egyébként kitértem, de az új tudományos eredményekből, a tömör megfogalmazás miatt ez elmaradt.

Tisztelt Opponensem összegzése, mely szerint a fentiekben jelzett hibák és hiányosságok főképp stilisztikai és formai jellegűek, de ennek ellenére az elért eredmények hitelesek és értékesek igen nagy örömmel tölt el. Hálásan köszönöm Tisztelt Opponensem azon megállapítását, mely szerint a disszertációban

megadott eredmények gyarapították az általam művelt tudományszakot. Végezetül megköszönöm Opponensemnek értekezésem gyors és kifejezetten alapos bírálatát, elgondolkodtató kérdéseit, hasznos tanácsait és azt, hogy alkalmasnak találta értekezésemet nyilvános vitára történő kitűzésre.

Kaposvár, 2014. október 1.

Dr. Szabó András

Hivatkozások

Agaba, M.K., Tocher, D.R., Zheng, X., Dickson, C.A., Dick, J.R., Teale, A.J. (2005): Cloning and functional characterisation of polyunsaturated fatty acid elongases of marine and freshwater teleost fish. *Comp. Biochem. Physiol. B.* 142: 342–352.

Caserta, F., Tchkonina, T., Civelek, V.N., Prentki, M., Brown, N.F., McGarry, J.D., Forse, R.A., Corkey, B.E., Hamilton, J.A., Kirkland, J.L. (2001): Fat depot origin affects fatty acid handling in cultured rat and human preadipocytes. *Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.* 280(2): 238-247.

Folch, J. M., Leeas, M., Sloane-Stanley, G.H. (1957): A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.* 226: 495-509.

Mead, J.F., Alfin-Slater, R., B., Howton, D.R., Popják, G. (1986): *Lipids: Chemistry, biochemistry and nutrition.* Plenum Press, N.Y., USA.

Raclot, T., Langin, D., Lafontan, M., Groscolas, R. (1997): Selective release of human adipocyte fatty acids according to molecular structure. *Biochem. J.* 324(3): 911-915.

Sprecher, H. (2000): Metabolism of highly unsaturated n-3 and n-6 fatty acids. *Biochim. Biophys. Acta.* 1486(2-3): 219-231.

Szabó, A., Fébel, H., Mézes, M., Balogh, K., Horn, P., Romvári, R. (2006): Body size related adaptations of the avian myocardial phospholipid fatty acyl chain composition. *Comp. Biochem. Physiol. B.* 144(4): 496-502.

Turner, N., Haga, K.L., Else, P.L., Hulbert, A.J. (2006): Scaling of Na⁺K⁺-ATPase molecular activity and membrane fatty acid composition in mammalian and avian hearts. *Physiol. Biochem. Zool.* 79(3): 522-533.

Wolfe, R.R., Klein, S., Carraro, F., Weber, J.M. (1990): Role of triglyceride-fatty acid cycle in controlling fat metabolism in humans during and after exercise. *Am. J. Physiol.* 258(2): 382-389.